夏季花椰菜育苗的高溫改善與評估

林楨祐、陳宣蘋、羅惠齡

農業部農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所蔬菜系

摘要

夏季設施內高溫影響花椰菜穴盤苗的生長，植株常表現較小及根團發育不佳。本研究評估穴盤表面覆蓋與穴盤底部控溫對花椰菜苗生長的影響。利用泰維克布覆蓋穴盤表面以減少介質的裸露，當穴格表面覆蓋 90.8% 的面積時，幼苗品質指數與 Dickson 品質指數最佳，優於覆蓋面積 86.7% 與 82.0%，無覆蓋的穴盤的苗品質最差。在無覆蓋泰維克布的條件下，底部控溫 15°C、20°C 與 25°C 處理的幼苗品質指數與 Dickson 品質指數明顯著優於傳統穴盤育苗，但 3 個溫度處理間的品質指數並無顯著差異。覆蓋泰維克布結合底部控溫 25°C 的幼苗品質指數與 Dickson 品質指數明顯著優於傳統穴盤育苗。於底部進行控溫處理時，有覆蓋泰維克布的幼苗品質指數與 Dickson 品質指數皆明顯較無覆蓋處理佳。覆蓋泰維克布結合底部控溫除了可有效降低根域介質的最高溫與平均溫度，同時可縮減根域溫差與溫度的波動，有助於提高花椰菜穴盤育苗的品質。

關鍵詞：花椰菜、幼苗品質指數、Dickson 品質指數、覆蓋、底部控溫

緒言

花椰菜主要產期集中在涼爽的冬季和春季，12 月至翌年 3 月期間的供應量約佔全年供應量的 55.1%，夏季前後 (6－10 月) 的供應量佔全年供應量的 19.0%，一般來說花椰菜多喜歡冷涼氣候，高溫下常發生實生苗發育不良與品質差的情形，由於穴盤的穴格容積有限，在太陽直射下容易使熱能蓄積於介質，造成根部生長的根域產生高溫，且介質的溫度波動幅度大 (圖 1)，導致花椰菜幼苗根系拓展緩慢，呈現植株偏小與生長遲緩現象。Yamori *et al.* (2022) 指出氣溫與根溫影響植物的生長甚鉅，兩者間的相互平衡，植物才能有最佳的生長。苗的健康或品質可藉由幼苗品質指數與 Dickson 品質指數等 (Neto *et al.*, 2018; Zhou *et al.*, 2019; Nkurunziza *et al.*, 2022; Yan *et al.*, 2023) 生長指標作為評估方式，其公式如下:

$$\text{幼苗品質指數} = \left(\frac{\text{莖徑}}{\text{株高}}\right) \times \text{實生苗總乾物重}$$

$$\text{Dickson 品質指數} = \text{實生苗總乾重} \div \left(\frac{\text{株高}}{\text{莖徑}} + \frac{\text{地上部乾物重}}{\text{根乾物重}}\right)$$

幼苗品質指數與光合有效輻射和熱效率有關，可用於預測作物活力 （Zhou *et al*., 2019），Dickson 品質指數與葉綠素螢光及作物的葉面積具高度的相關性。本研究在夏季進行穴盤育苗，評估穴盤表面覆蓋或底部控溫等方式對花椰菜生長的影響，並利用植物生長指標評估苗的品質，以改善夏季穴盤苗生長不佳的問題。

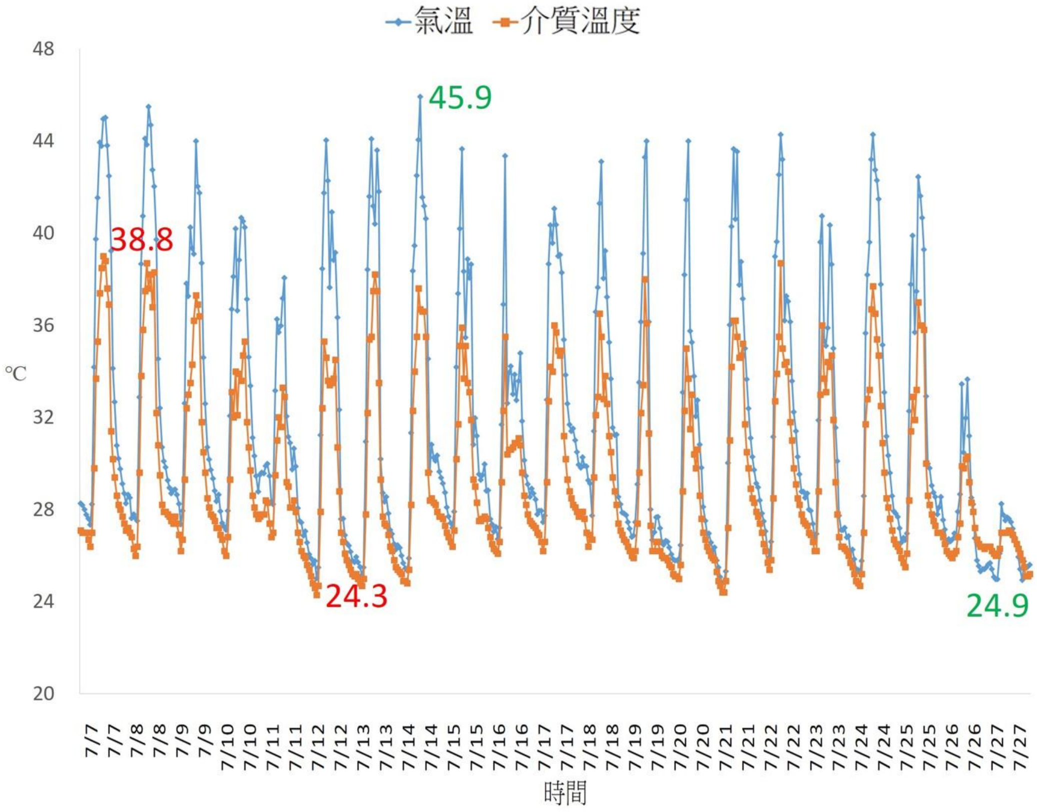

圖 1. 夏季塑膠布網室內氣溫與穴盤的根域溫度變化。

Fig.1. Ambient temperature and root zone temperature of the plug in the plastic greenhouse.

穴盤表面覆蓋提升苗的品質

以夏季花椰菜‘35’品種為試驗材料，在穴盤上方覆蓋泰維克布，使穴格上層介質的原本裸露表面積從10.89 cm^2 分別縮減至1.00 cm^2 (覆蓋面積90.8%)、1.44 cm^2 (覆蓋面積86.7%)、1.69 cm^2 (覆蓋面積82.0%) 以及對照組無覆蓋處理，共4 種處理，穴盤底部控溫20℃。調查苗的株高、莖徑、葉數等生長及乾物重，將性狀調查資料轉換為幼苗的生長指數 (幼苗品質指數與Dickson 品質指數) 來評估苗的品質。結果顯示，無覆蓋者的根域溫度高達34.3℃，覆蓋面積90.8%、86.7% 與82.0% 則分別可降低至31.0℃、30.1℃、29.7℃ (圖2)。3 種覆蓋處理的莖乾重皆重於無覆蓋處理，覆蓋面積90.8% 有最多的根乾重，其次為覆蓋面積86.7% 與82.0%，無覆蓋處理的根乾重最輕。覆蓋面積90.8% 的幼苗

品質指數表現最佳為4.7，其次為覆蓋面積86.7% 與82.0%，指數值分別為3.9與4.0，覆蓋處理皆優於無覆蓋處理的3.2。在Dickson 品質指數表現上，覆蓋面積90.8% 的指數表現最佳為3.9，其次為覆蓋面積86.7% 與82.0%，指數值分別為3.3 與3.4，皆優於無覆蓋處理的2.7 (圖3)。從2 個品質指數得知覆蓋面積90.8% 可生產最佳的苗，藉由覆蓋泰維克布並縮小穴格表面裸露面積，有助於根部的生長並於夏季生產出健壯的花椰菜苗。

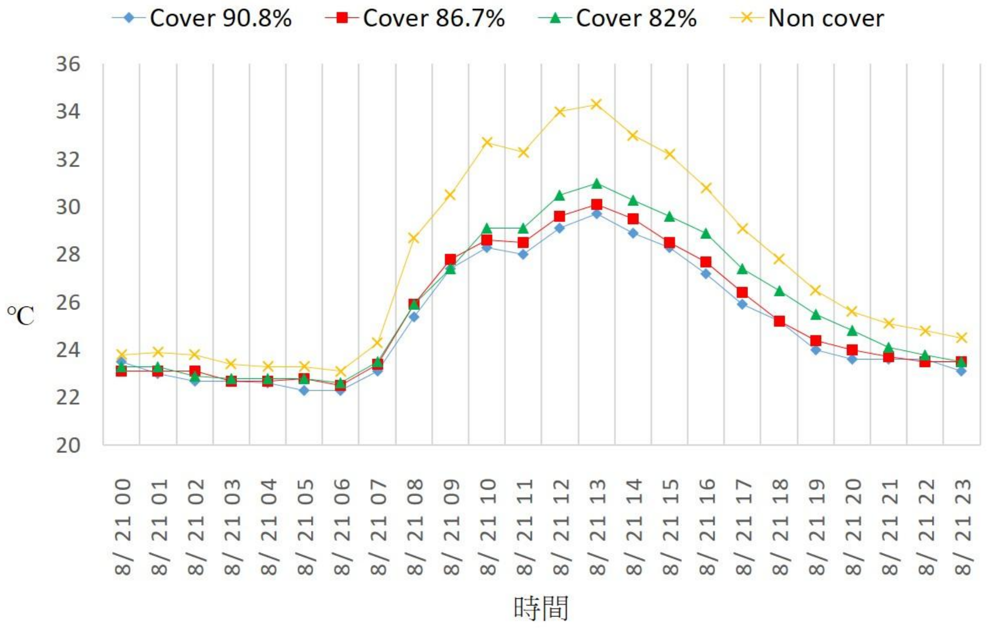

圖 2. 穴盤表面覆蓋的根域溫度變化。

Fig.2. Variation of root zone temperature in plug tray surface covering treatments.

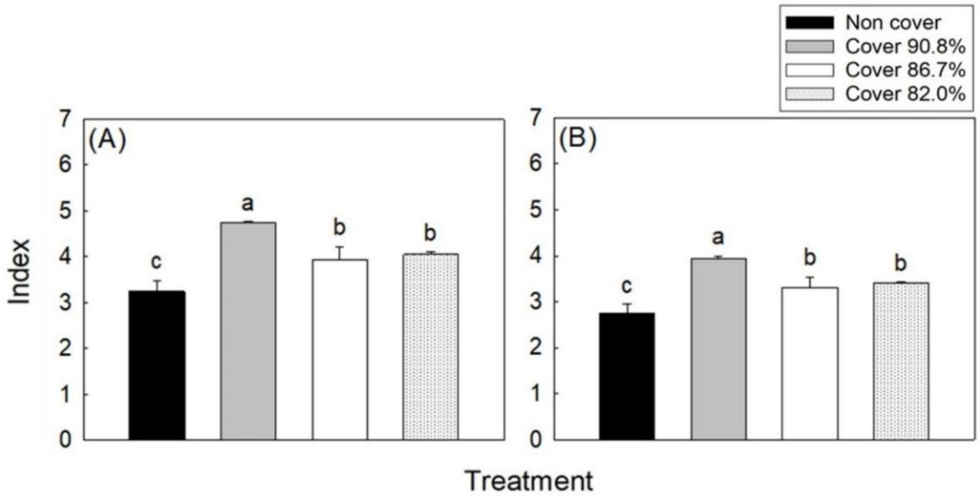

圖 3. 穴盤表面覆蓋的生長指標(A)幼苗品質指數與(B) Dickson 品質指數。

Fig.3. Growth indicators of plug surface covering treatments. (A) seedling quality index; and (B) Dickson quality index. Error bar is the standard deviation of man (n = 3). Means with the same letter are not significantly different at 5% leavel by LSD test.

穴盤底部降溫減緩根域溫度波動

以夏季花椰菜‘35’品種為試驗材料，在育苗穴盤底部下方以保麗龍隔熱，底部分別控溫處理 15℃、20℃ 和 25℃ 以及無溫度處理，並以傳統穴盤育苗做對照組。調查苗的株高、莖徑、葉數等生長及乾物重，將性狀調查資料轉換為幼苗的生長指數 (幼苗品質指數與 Dickson 品質指數)。結果顯示，傳統穴盤育苗的根域高溫可達 38.8℃，根域溫差高達 14.5℃，當底部分別處理 15℃、20℃ 和 25℃ 時，根域的最高溫分別降低至 30.7℃、32.6℃ 與 32.9℃，根域溫差分別縮減至 10.2℃、10.3℃ 與 9.0℃。底部處理 15℃、20℃ 和 25℃ 的根乾重明顯較傳統穴盤育苗處理重，且有較佳的幼苗品質指數，分別為 4.1、4.2 與 4.2，並皆較傳統穴盤育苗的幼苗品質指數 1.9 高。在 Dickson 品質指數也呈現相似的結果，3 個溫度處理的 Dickson 品質指數約在 3.5，較傳統穴盤育苗的 Dickson 品質指數 1.6 高。以保麗龍底部隔熱的無溫度處理組其根域平均溫度 29.5℃ 與傳統穴盤平均溫度相近，但根域溫差縮減到 10℃，低於傳統穴盤的根域溫差，保麗龍底部隔熱具有減緩根域溫度變動的效果，且其 2 個品質指數略優於傳統穴盤育苗，顯示控制根域溫差有一定的成效。底部 15℃、20℃ 和 25℃ 控溫處理可以降低根域最高溫與縮減根域溫差，並具有較高的幼苗品質指數與 Dickson 品質指數。

穴盤表面覆蓋結合底部降溫大幅提升苗的品質

所有處理組皆覆蓋泰維克布的情形下，評估底部降溫的功效，以夏季花椰菜‘35’品種為試驗材料，在育苗穴盤底部下方以保麗龍隔熱，底部分別控溫處理 15℃、20℃ 和 25℃ 以及無溫度處理，並以覆蓋泰維克布的穴盤育苗做對照組。調查苗的株高、莖徑、葉數等生長及乾物重，將性狀調查資料轉換為幼苗的生長指數 (幼苗品質指數與 Dickson 品質指數)。結果顯示，對照組無底部控溫時，根域最高溫為 37.6℃，根域溫差為 12.9℃，為所有處理組溫度最高者。當覆蓋泰維克布結合底部 15℃ 時，根域溫度明顯降低，在 20.0℃－30.4℃ 之間，根域溫差為 10.4℃，根域最高溫較對照組降低了 7.2℃ (37.6℃ 降至 30.4℃)，15℃ 處理雖有助於地上部的生長，但苗的品質並不佳，底部控溫 15℃ 的幼苗品質指數為 5.5 與 Dickson 品質指數為 4.7 僅優於對照組的 3.9 與 3.1，顯示底部控溫 15℃ 有利於地上部的生長，但非最有利於根系的發育。覆蓋泰維克布結合底部控溫 25℃ 時，表現最高的幼苗品質指數 7.4 與 Dickson 品質指數 6.1，雖然此處理的根域溫度範圍非最低，但整體上降低至 23.9－31.9℃ 之間，根域溫差縮小至 8.0℃，為所有處理的根域溫差變化波動最小的處理，顯示除了降低根域高溫外，縮小根域溫差變化的重要性，並有助於提升苗的品質。底部同一溫度個別比較時，不論在底部控溫 15℃、或在 20℃、或是

25℃ 皆是以覆蓋較無覆蓋的指數高，在 15℃ 控溫處理下 (幼苗品質指數 5.5 / 4.1，Dickson 品質指數 4.7 / 3.5，覆蓋 / 無覆蓋)；在 20℃ 控溫處理呈現 (幼苗品質指數 6.7 / 4.2，Dickson 品質指數 5.7 / 3.5，覆蓋 / 無覆蓋)；25℃ 處理則呈現 (幼苗品質指數 7.4 / 4.2，Dickson 品質指數 6.1 / 3.5，覆蓋 / 無覆蓋)；顯示有覆蓋泰維克布的處理可提升苗的品質。當覆蓋泰維克布時，比較不同溫度的影響，底部處理 15℃、20℃ 與 25℃ 的幼苗品質指數分別為 5.5、6.7、7.4，Dickson 品質指數分別為 4.1、5.7、6.1，顯示當覆蓋泰維克布，在底部控溫 25℃ 的條件下就可獲得較佳的品質，不需給予更低的溫度。

結果與討論

綜上結果顯示穴盤育苗受陽光直射的影響效應較大，覆蓋泰維克布可有效地隔離陽光照射，改善高溫的衝擊，當穴格表面覆蓋 90.8% 的面積時，幼苗品質指數與 Dickson 品質指數最佳，穴盤覆蓋後可改善植株生長變慢，植株變小及根團發育不佳的現象。總括來說，夏季穴盤育苗除了需降低根域高溫外，減少根域溫差的波動亦有利於苗的根部生長，利用泰維克布覆蓋結合底部控溫 25℃ 處理，在兩個苗品質指數的指標上表現最佳，顯示降低根域高溫與根域溫差的重要性，藉由穴盤上方的覆蓋與穴盤底部控溫的措施，可大幅提高夏季高溫下花椰菜穴盤育苗的品質。

引用文獻

1. Nkurunziza, E., S. Nyalala, and K. N. J. Umuhoza. 2022. Effect of seedling quality on growth, yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Int. J. Hortic. Sci. 28:64–72.
2. Neto, J. L. L. M., W. F. Araújo, L. B. O. Vilarinho, T. K. de O. Nunes, E. S. da Silva, S. da S. Maia, J. de A. A. de Albuquerque, E. A. Chagas, R. H. da S. Siqueira, and C. Abanto-Rodriguez. 2018. Seedlings production of two tomato (Solanum licopersicum L.) cultivars under different environments and substrates. Acta Agron. 67(2):270–276.
3. Yamori, N., C. P. Levine, N. S. Mattson, and W. Yamori. 2022. Optimum root zone temperature of photosynthesis and plant growth depends on air temperature in lettuce plants. Plant Mol. Biol. 110:385–395.
4. Yan, Z., J. Cheng, Z. Wan, B. Wang, D. Lin, and Y. Yang. 2023. Prediction model of pumpkin rootstock seedlings based on temperature and light responses. Agronomy 13(2):516.
5. Zhou, T., Z. Wu, Y. Wang, X. Su, C. Qin, H. Huo, and F. Jiang. 2019. Modelling seedling development using thermal effectiveness and photosynthetically active radiation. J. Integr. Agric. 18(11): 2521–2533.

Evaluation of High Temperature Improvement for Culiflower Seedlings in Summer

Chen-Yu Lin, Hsuan-Ping Chen and Hui-Ling Lo

Department of Vegetable Crops, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture.

ABSTRACT

High temperatures affect the growth of cauliflower seedlings of plug trays in summer. Plants often showed small size and poor root ball. This study carried out the effects of surface covering and bottom temperature control in plug tray for cauliflower seedlings production. The surface covering with Tyvek mulch reduce the exposure of the medium. The seedling quality index and Dickson quality index of the 90.8% coverage area treatment was significantly higher as compared to the 86.7% and 82.0% coverage areas treatments. The quality of seedling without covering showed lowest values. When treatments not combined with Tyvek mulch, the seedling quality index and Dickson quality index of the bottom 15°C, 20°C and 25°Ctreatments were significantly better than traditional plug tray seedlings. There was no significant difference in the quality index among three temperature treatments. Plug surface coverage treatments combined with the bottom 25°Cshowed better performance than traditional plug tray seedlings in seedling quality index and Dickson quality index. Comparison of seedlings differences between coverage and without coverage at a single bottom temperature. The results showed that growth indicators of coverage treatment were higher than without coverage. Covering with Tyvek mulch combined with bottom temperature control reduce the maximum and average temperatures of the medium, but also reduce the temperature difference in the root zone. Plug surface coverage combined with the bottom temperature control improve the quality of cauliflower seedlings.

Key words: bottom temperature control, cauliflower, Dickson quality index, plug surface covering, seedling quality index.